١- تحديد قدرة الأحمال الميكانيكية

١-١ أعمال المصاعد

١-١-١ عام

(أ) تستخدم وسائل النقل الكهربائية فى كافة أنواع المبانى السكنية والتجارية والإدارية ومبانى الخدمات كوسيلة لنقل الركاب والبضائع وتكون الحركة فى وسائل النقل إما رأسية كما فى مصاعد الركاب والخدمات والبضائع ومصاعد المرضى وكذلك مصاعد نقل الطعام بين الأدوار من المطابخ أو فى نقل الوثائق أو الكتب (Dumb waiter) أو مائلة كما فى السلالم المتحركة (Escalators) أو المنحدرات المتحركة (Ramps) أو أفقية كما فى الأرصفة والمشايات المتحركة (Moving walks).

وتنقسم مصاعد الركاب إلى أربعة أقسام رئيسية:

- مصاعد للأغراض العامة فى المبانى التجارية.
- مصاعد المبانى السكنية.
- مصاعد فى المبانى المؤسسية.
- مصاعد فى المخازن.

(ب) ويمكن أن تكون مصاعد الركاب إما مجرورة أو تعمل هيدروليكياً.

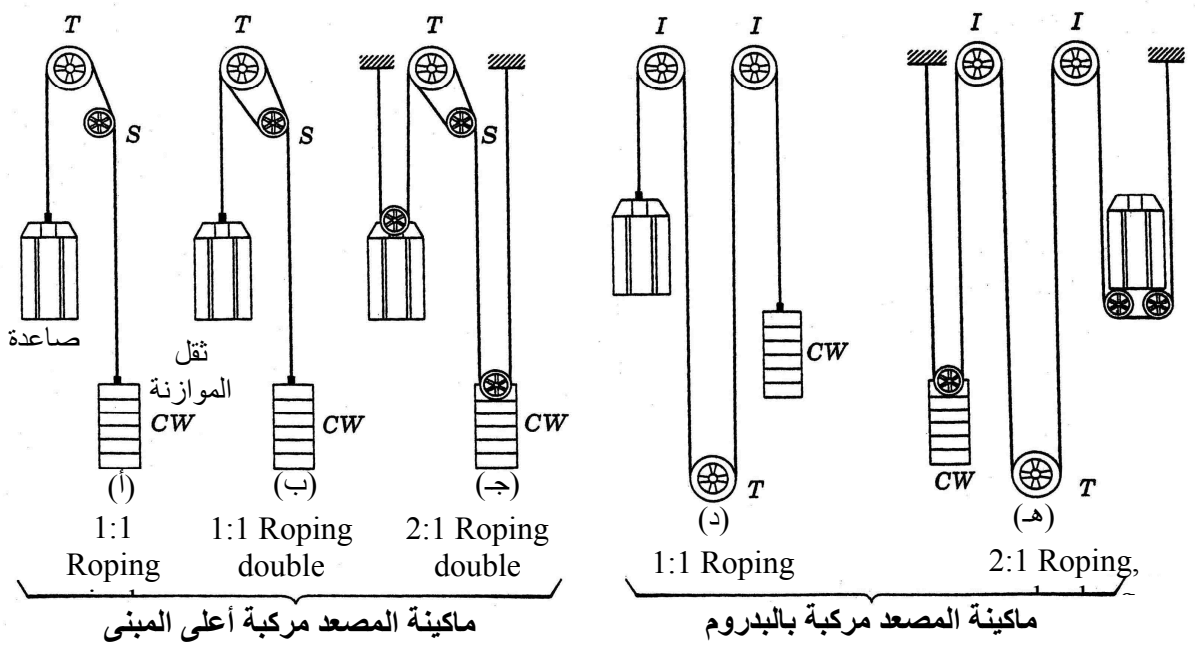
يتكون المصعد من الكابينة، كابلات الجر، ماكينات المصعد ومعدات التحكم وثقل الموازنة ودلائل الحركة.

(ت) تقوم الماكينات بجر الكابينة عن طريق مجموعة متوازية من الحبال (من ٤ إلى ٨ اعتماداً على سرعة الكابينة وحمولتها، ويتوزع وزن الكابينة بحمولتها بين هذه الحبال بالتساوى).

(ث) تمر الحبال المثبتة بأعلى الكابينة فوق طارة ذات مجارى يتم تدويرها بواسطة ماكينة الجر التى يديرها محرك ثم تمر إلى أسفل حيث ثقل الموازنة.

(ج) عند مرور الحبال فوق الطارة التى تحتوى على مجارى لهذه الحبال، فإن قدرة الرفع تتم بواسطة الطارة من خلال الحبال فى مجاريها، ويسمى النظام فى هذه الحالة نظام مزود بماكينة جر أحادية اللفة (Single-wrap traction machine)، ويبين شكل (١-١) (أ) البكرات حيث تسمى البكرة (S) "بكرة الدليل" (Deflector sheave) والبكرة (T) "ببكرة الجر" (Traction sheave).

(ح) يبين شكل (١-١) (ب) الحبال ملفوفة على بكرة الجر قادمة من الكابينة ثم على البكرة الثانوية (S) وهى بكرة نقل حركة (Idle sheave) ثم مرة أخرى حول بكرة الجر (T) ثم إلى البكرة (S) ثم إلى ثقل الموازنة، ويطلق على طريقة التعليق المبينة فى شكل (١-١) (أ،ب) بأنها طريقة بنسبة تحميل ١:١، ويحقق نظام الماكينة ثنائية اللفة (Double-wrap) قوة شد أكبر من الحالة أحادية اللفة، ولذا تستخدم هذه الطريقة فى حالة التركيبات ذات السرعات العالية.



شكل رقم (١-١): ترتيبات الحبال والبكرات في المصاعد

(خ) يبين شكل (١-١) (د) طريقة التعليق بنسبة ١:١ ولكن ماكينة وبكرة الجر مركبتان فى غرفة ماكينات ببدروم المبنى على العكس من النظام المبين فى (أ ، ب ، ج) حيث يكونا فى غرفة السطح.

(د) يبين شكل (١-١) (جـ) نظام التعليق بنسبة ٢ : ١ الذى يستخدم فى السرعات العالية (من ٢.٥ إلى ٣.٥ م/ث) وذى القدرة المنخفضة للتحريك وتستخدم فيه ماكينات بدون تروس كما يستخدم أيضاً فى المصاعد ذات الحمولة الثقيلة والسرعات المنخفضة.

(ذ) تكون ماكينة وبكرة الجر فى النظام المبين فى شكل (١-١) (هـ) مركبتان بغرفة بالبدروم وتكون فيه الحبال طويلة نسبياً ويمكن استخدام هذا النظام فى المبانى السكنية والإدارية ذات ١٠ طوابق فأكثر وسرعات حتى ٢م/ث ولحمولة كبائن حتى ٢٠٠٠ كجم.

(ر) يتلقى محرك المصعد فى معظم التركيبات التقليدية الطاقة والتى مازالت تستخدم فى مبانى شهيرة فى العالم من مجموعة تتكون من محرك ومولد (Motor generator) كما هو موضح فى شكل (١-٢).

(ز) يمكن الاستعاضة حديثاً عن مجموعات محرك/مولد لتوليد تيار مستمر متغير القيمة ومعكوس الإشارة باستخدام مغيرات إستاتيكية (Static converters).

(س) يمكن فى ماكينات الجر ذات التروس (Geared machines) أن يكون المحرك ذو قدرة صغيرة وذو سرعة ما بين ٥٠٠ و ١٥٠٠ لفة/د اعتماداً على سرعة المصعد ونسبة تحويل التروس ويمكن أن يعمل المحرك بتيار متردد أو بتيار مستمر (يستخدم فى مصر التيار المتردد).

١-١-٢ القدرة المطلوبة للمصاعد

(أ) تتحدد القدرة المطلوبة للمصاعد الرأسية بناءً على قدرة ماكينات المصعد (بخلاف القدرة اللازمة لتشغيل الأبواب وتهوية وإضاءة الكابينة ولمبات بيان الأدوار).

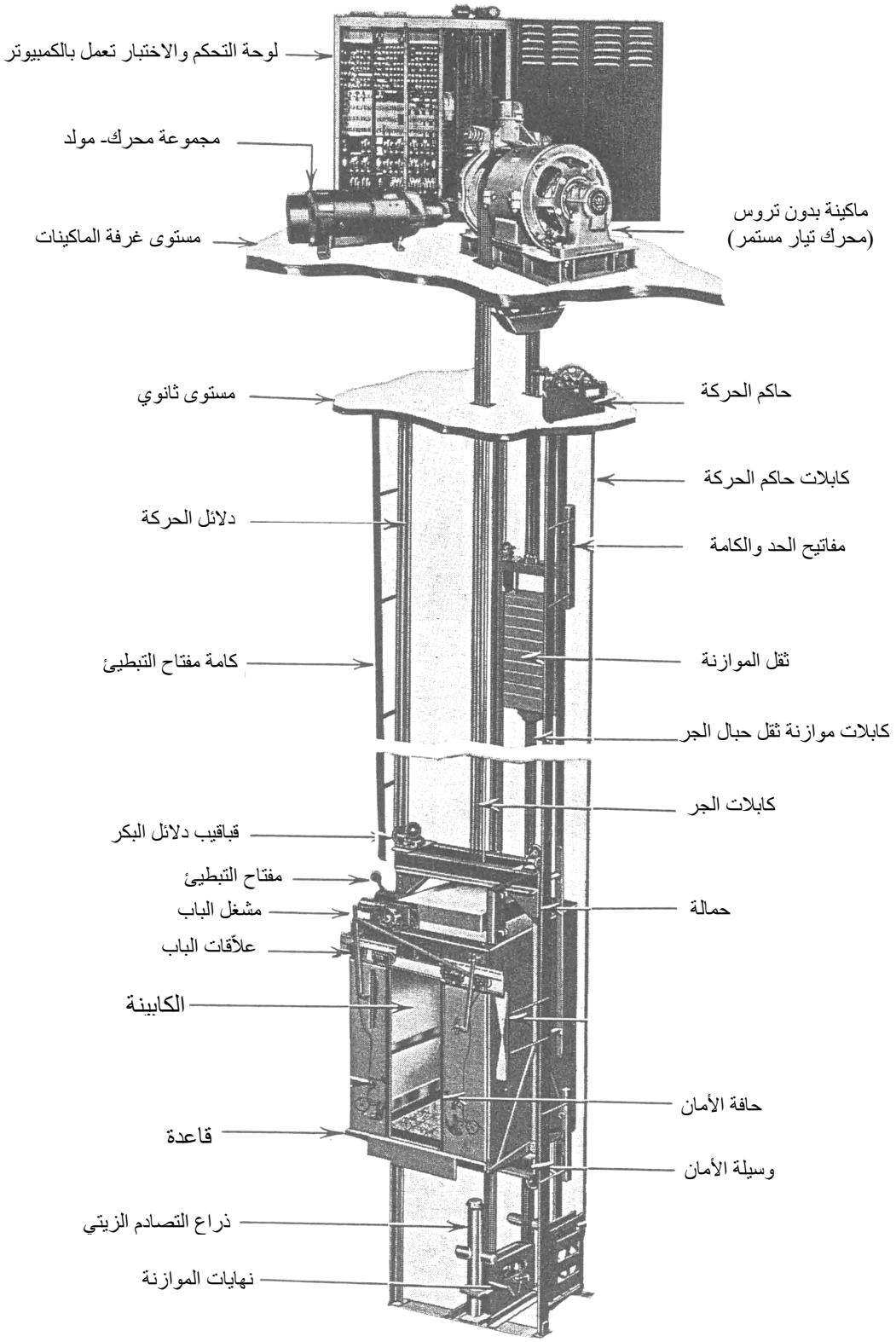
(ب) تستخدم المحركات ذات التيار المتردد فى التطبيقات ذات السرعات المنخفضة (ما بين ٠.١٢٥ ، ٠.٧٥ م/ث) وتكون ذات سرعة واحدة أو سرعتين، كما يمكن استخدام محركات تيار متردد ذات سرعات صغيرة (Variable speed) أو ذات جهد متغير (Variable voltage) أو ذات جهد وذبذبة متغيرتين (VVVF) (Variable voltage, variable frequency) ويستخدم هذا النوع فى مصاعد الركاب ومعظم مصاعد البضاعة وبمحركات تتراوح قدرتها بين ٢.٢ك.و. ، ٧٥ ك.و. ويبين جدول (١-١) بيانات عن المصاعد بماكينات ذات تروس وبدون تروس.

جدول رقم (١-١): مقارنة بين المصاعد
المستخدمة لماكينات جر ذات تروس وبدون تروس

الماكينة	ارتفاع المبنى (م)	السرعة (م/ث)	التحكم	العمر الافتراضى (سنة)	الاحتياج للصيانة	التكلفة	درجة النعومة
ذات تروس	١٥ – ٤٥	١ – ٠.٢٥	تغيير الجهد	٣٠ – ٤٠	متوسط	منخفضة إلى متوسطة	منخفضة إلى متوسطة
	١٥ – ٥٥	٢ – ١					
بدون تروس	٥٠ <	٢ <	تغيير الجهد	غير محدد	منخفض	عالية	عالية

(ت) توجد فى التركيبات الحديثة معدات الكترونية يسهل معها التحكم فى محرك المصعد والحصول على تركيبات ذات أمان زائد وراحة واضحة فى تشغيل المصعد.

(ث) يمكن استخدام ماكينات جر بدون تروس تعمل بالتيار المستمر لتغيير سرعات الجر فى المبانى ذات الارتفاعات أكبر من ٥٠ متراً وللحمولة الكبيرة حتى ٥٠٠٠ كجم وبسرعة لا تقل عن ٢ م/ث، وتكون قدرة المحرك من ١٥ك.وات إلى ٢٦٠ ك.وات.



شكل رقم (١-٢): مكونات مصعد نموذجى بماكينة عديمة التروس

بالإضافة إلى أن ماكينات الجر تكون فى غرفة الماكينات أعلى الصاعدات أو فى غرفة بالبدروم فإنه يوجد نظام حديث يسمى عديم غرف ماكينات (m/c room less) ولا يوجد به غرفة ماكينات وإنما تركب جميع المهمات فوق الصاعدة مباشرة.

(جـ) يبين شكل (١-٣) نموذج لماكينة جر ذات سرعة عالية عديمة التروس وشكل (١-٤) نموذج لماكينة جر مصعد ذات تروس.

(ح) تستخدم المحركات التأثيرية ثلاثية الأطوار ذات السرعتين ٣٧٥/١٥٠٠لفة/الدقيقة مع نظام التحكم ذي المتممات أو الميكروبروسيسور مع ثبات التردد.

(خ) تستخدم المحركات التأثيرية ثلاثية الأطوار ذات سرعة واحدة ١٥٠٠ لفة/الدقيقة مع نظام مغير التردد والجهد ويستخدم نظام التروس لتحديد سرعة المصعد.

(د) تعرف القدرة المطلوبة للمصعد بأنها تلك التى تحقق الجر المطلوب وكذلك التغلب على الاحتكاك وتتناسب هذه القدرة المطلوبة مع المعدل الذى يتم عنده الشغل المبذول:

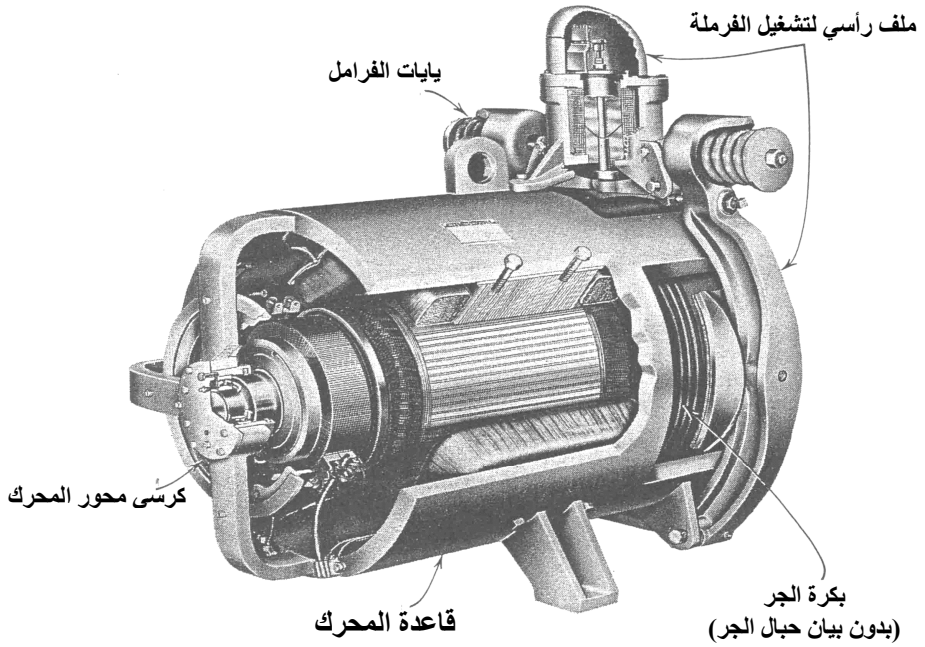
$$\text{قدرة المحرك المطلوب} = ك. \frac{\text{الشغل المبذول (كجم.متر)}}{\text{الزمن}}$$

حيث تتناسب قدرة المحرك المطلوب طردياً مع سرعة المجموعة ويكون (ك) هو ثابت معامل الأمان والفقد.

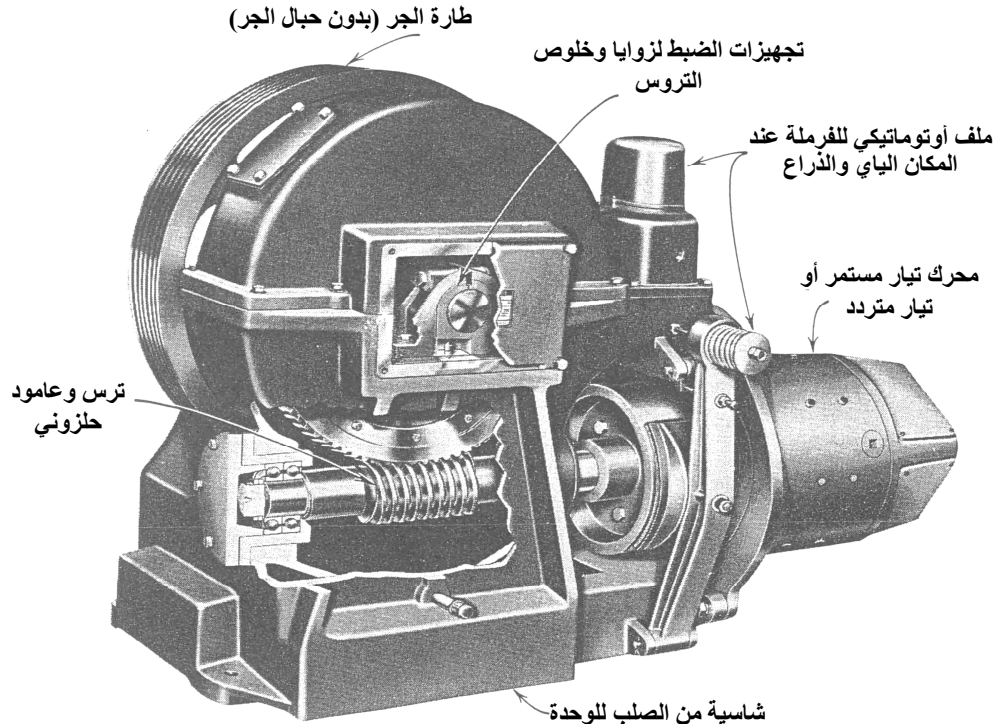
فمثلاً الصاعدة التى تزن ١٥٠٠ كجم شاملة الحمولة الكاملة وكانت الحمولة مثلاً ٩٠٠ كجم ووزن الكابينة بمشتملاتها ٦٠٠ كجم فيكون ثقل الموازنة فى نظام التعليق ١ : ١ مساوياً لنصف وزن الصاعدة ونصف حمولتها (١٢٠٠ كجم)، وفى هذه الحالة يكون المحرك مصمماً على تحميل ٥٠٪ فقط من الحمولة الكاملة صعوداً أو هبوطاً مضافاً إلى ذلك ١٠٪ زيادة حمولة.

ولذلك فإن القدرة المطلوبة لرفع صاعدة تزن ١٥٠٠ كجم عند سرعة ٣.٦ م/ث تكون أكبر من تلك القدرة اللازمة لرفعها عند سرعة ١م/ث.

يبين شكل (١-٥) رسم تخطيطي لبيان الفقد التفصيلي لكل ك. وات في نظام المصاعد التي تستخدم محركات بتروس أو بدون تروس.



شكل رقم (١-٣): ماكينة الجر بدون تروس (محرك تيار مستمر فقط)



شكل رقم (١-٤): ماكينة الجر ذات التروس (محرك تيار مستمر أو متردد)

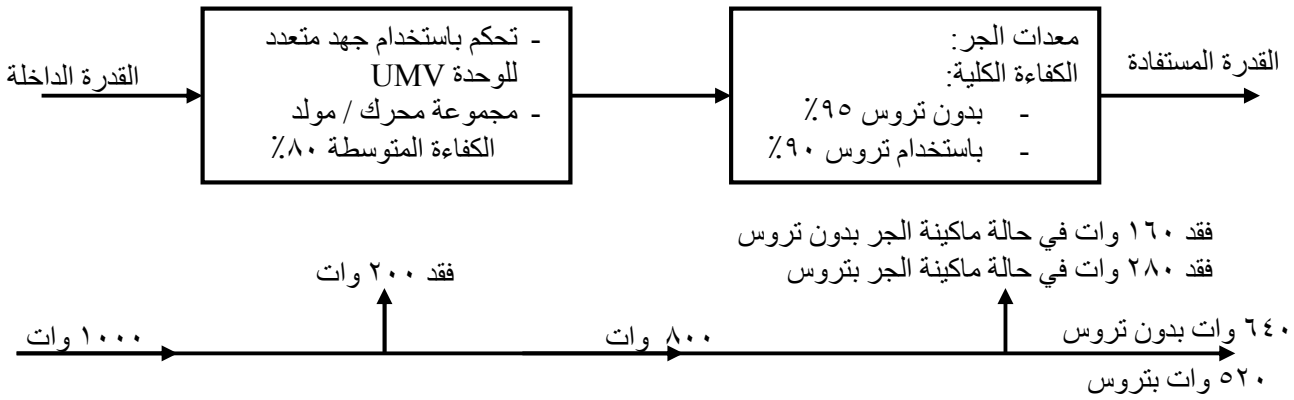
ملحوظة:

(١) يقوم المحرك بالتغلب على الاحتكاك فى النظام بالإضافة إلى القدرة اللازمة للجر ويبين الشكل قدرة المحرك المطلوبة لكل كابينة.

(٢) يلاحظ أن قدرة مجموعة مولد / محرك اللازمة لتغذية محرك الجر أعلى بحوالى ٢٠٪ من قدرته.

(٣) نظراً لأن الاحتكاك أكبر فى حالة الماكينات ذات التروس عنها فى الماكينات عديمة التروس، فتكون قدرة المحرك فى هذه الحالة أكبر.

- إذا تم استخدام تحكم إليكترونى فى محرك الجر (يتم الاستغناء عن مجموعة المحرك / المولد)، فيمكن استخدام نفس القيم الواردة فى شكل (١-٥) طالما أن محرك الجر لم يتأثر باستخدام مصدر التغذية متغير الجهد، ويلاحظ أن معظم صانعى المصاعد يختارون محركات بقدرات أكبر لضمان تعجيل أسرع للكابينة (Rapid acceleration)، مما يؤدى إلى استخدام محركات جر بقدرات أكبر من حالة استخدام مجموعة المحرك / المولد.
- يكون اندفاع التيار أكبر عند بدء حركة محرك الجر وبذلك تكون متطلبات القدرة من مجموعة المحرك / مولد عالية تحت ظروف التحميل العالية مما يؤدى إلى ارتفاع القدرة اللحظية مع انخفاض معامل القدرة، مما يؤدى إلى تحميل المستهلك غرامات من شركة توزيع الكهرباء.
- يفضل فى وجود مجموعة من المصاعد بالمبنى، أن يتم التحكم فيها تناسقياً حتى تمنع حركة جميع المصاعد آنياً لتلبية طلب واحد.
- يجب عند عمل ذلك مراعاة أن يكون زمن التأخر فى بدء الحركة بينها صغيراً جداً بحيث لا ينعكس ذلك بشكل ملحوظ على تشغيل نظام المصاعد بالمبنى.



شكل رقم (١-٥): رسم تخطيطي لبيان الفقد التفصيلى لكل ك. و. في نظام المصاعد التي تستخدم محركات بتروس أو بدون تروس

- من المعروف أن المصعد الواحد يكون فى حركة حوالى ٥٠٪ فقط من الزمن ويكون باقى الوقت واقفاً عند الأدوار المختلفة، ولذا فإنه إذا زاد عدد الكبائن فى المجموعة داخل المبنى، فإن احتمال عملها كلها آنياً يصبح قليلاً، كما يتضح من قيمة معامل الطلب للمجموعة (Group demand factor) المبين قى شكل (١-٦).

كما يبين شكل (١-٦) العلاقة بين السرعة والقدرة المطلوبة عند أوزان صاعدات مختلفة.

مثال:

فى شكل (١-٦) إذا كان عدد الكبائن بحمولة ١٧٥٠ كجم خمسة وتتحرك بسرعة ٣م/ث، فإن كل كابينة تحتاج إلى محرك جر قدرة ٣٦ ك.و.

ومن الجدول فإن معامل الطلب للمجموعة هو ٠.٦٧ وبذلك تكون قدرة الجر اللحظية للمحركات فى المجموعة هى: ٥×٣٦×٠.٦٧ = ١٢٠ ك.و.

فإذا كانت الكفاءة لمجموعة محرك / مولد هى ٨٠٪ فإن ما يحتاجه نظام المصاعد فى المبنى هو =

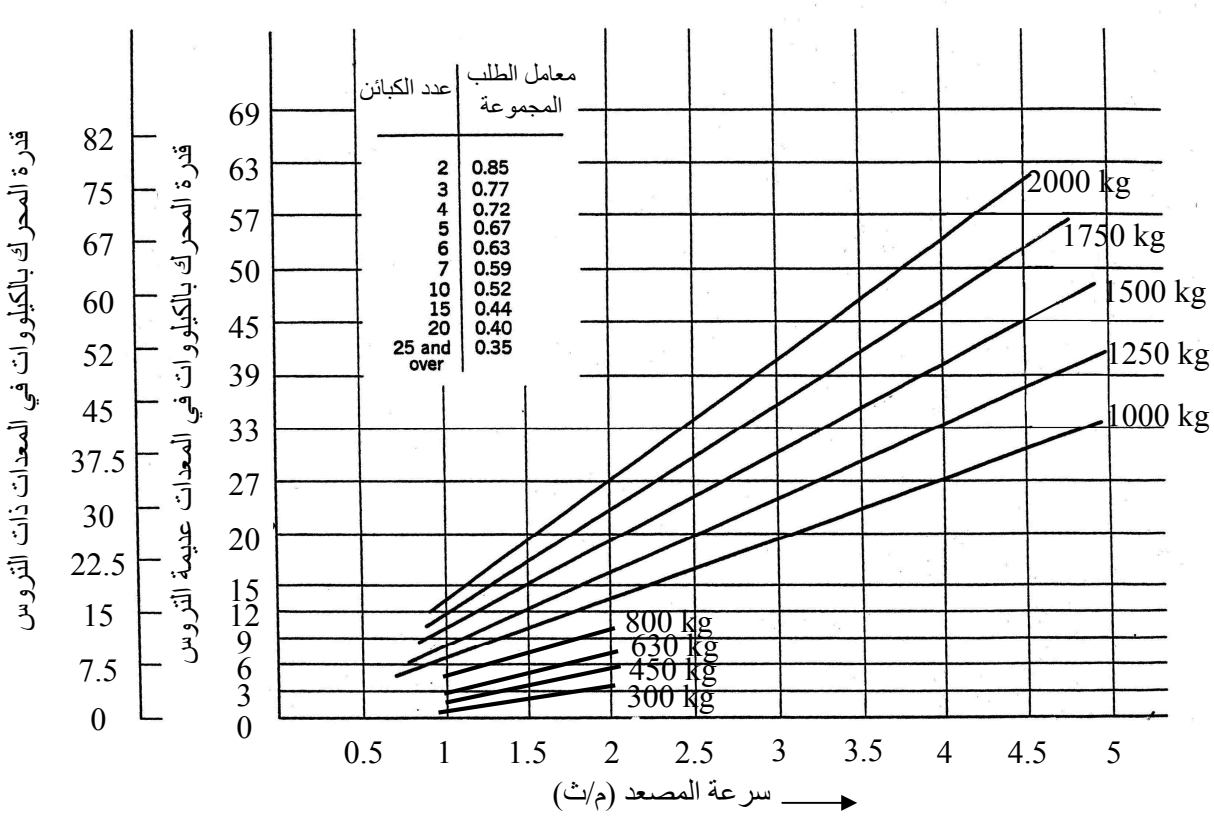
$$\frac{١٢٠}{٠.٨} = ١٥٠ \text{ ك.و.}$$

يجب توافر هذه القدرة فى نظام تغذية المبنى بالقدرة الكهربائية.

١-١-٣ متطلبات الطاقة للمصاعد

تكون الطاقة المستهلكة فى تحريك المصعد هى اللازمة للتغلب على الاحتكاك فى النظام بما فيه الحرارة المتولدة نتيجة للفرامل مضافاً إليها الطاقة الكهربائية المفقودة فى مجموعة محرك الجر وفى مجموعة المحرك / مولد (إن وجدت). أما الطاقة المستخدمة لرفع الكابينة بركابها فهى ببساطة طاقة وضع (Potential energy) يتم إعادتها إلى نظام القوى أثناء هبوط الكابينة بركابها عن طريق نظام استعادة القدرة الفرملية المتولدة (System regenerative braking) المستخدم فى معظم نظم المصاعد.

ويبين شكل (١-٦) الكفاءة التقريبية لمكونات نظام نمطى ومن الممكن عن طريق البيانات المعطاة حساب استهلاك الطاقة فى النظام.



شكل رقم (١-٦): العلاقة بين سرعة المصعد وقدرة المحرك بالكيلو.وات عند حمولات كبائن مختلفة

مثال:

فى مجموعة مصاعد منفذة بأسلوب التعليق بنسبة ١ : ١ مكونة من (٥) كبائن حمولة كل منها ١٧٥٠ كجم وتتحرك بسرعة ٣ م/ث، احسب الآتى:

- الحرارة المتولدة فى غرفة الماكينات أثناء فترات الذروة.
- التكلفة التقريبية للطاقة المستهلكة شهرياً باستخدام تعريفة مزدوجة بمقدار ٠.٢١ جنيهاً / ك.و. ساعة.

الحـل:

(١) أثناء أوقات الذروة تعمل مجموعة المحرك / مولد باستمرار وتكون فى حالة اللاحمل حوالى ٥٠٪ من الزمن وفى حالة الحمل فى ٥٠٪ الباقية من الوقت، وعلى ذلك فإن استخدام رقم تقريبي للعمل عند الحمل الكامل بمقدار ٧٠٪ من الفترات الزمنية هو اختيار أقرب إلى الدقة.

(٢) يعمل محرك الجر ٥٠٪ من الوقت على الحمل ولا يعمل ٥٠ ٪ من الوقت، وباعتبار أن كلا المحركين يسحبان ٩٠٪ من القيمة الكاملة للحمل، وعلى ذلك فإنه للكابينة الواحدة:

قدرة محرك الجر = ٣٦ ك.وات (من المثال السابق) وباعتبار كفاءة المحرك ٨٠٪

$$\text{قدرة محرك مجموعة المحرك / مولد} = \frac{\frac{٣٦}{\text{ك.و.}}}{٠.٨} = ٤٥ \text{ ك.و.}$$

الفقد فى مجموعة المحرك / مولد =

٤٥ ك.و. × ٩٠٪ من الحمل × ٧٠٪ فترة التشغيل × ٢٠٪ فقد = ٥.٦٧ ك.و.

تكافئ طاقة = ٥.٦٧ ك.و.ساعة

الفقد فى محرك الجر =

٣٦ ك.و. × ٩٠٪ من الحمل × ٥٠٪ فترة التشغيل × ٢٠٪ فقد = ٣.٢٤ ك.و.

تكافئ طاقة ٣.٢٤ ك.و. ساعة

مجموع الطاقة للكابينة = ٥.٦٧ + ٣.٥٤ = ٨.٩١ ك.وات/ صاعدة

مجموع الطاقة لعدد ٥ صاعدات = ٥×٨.٩١= ٤٤.٥٥ ك.و. ساعة يتم انبعاثها حرارياً فى داخل غرفة الماكينات وهى طاقة فقد مكافئة لطاقة فرن منزلى كبير بطاقة مما يستدعى تهوية غرفة الماكينات جيداً لطرد الحرارة خارج الغرفة وفى بعض الأحيان قد يستدعى الأمر تكييف هواء هذه الغرفة.

ملحوظة:

لا يستخدم معامل تباين بين الماكينات هنا، حيث أنها جميعها تعمل وأن الحرارة تراكمية ولا يستخدم معامل التباين إلا لحساب القيمة اللحظية للحمل فقط.

عند حساب تكلفة الطاقة شهرياً للمصاعد فمن المطلوب تقدير الاستخدام الكلى للنظام، فعلى سبيل المثال إذا كان النظام فى مبنى مكاتب فإن تفصيلة التشغيل على مدار اليوم غالباً ما تكون كالتالى:

- أقصى استخدام للمصاعد لمدة ٢ ساعة
- ٧٠٪ من أقصى استخدام لمدة ٢ ساعة
- ٥٠٪ من أقصى استخدام لمدة ٦ ساعة
- ١٠٪ من أقصى استخدام لمدة ١٤ ساعة

وهذا التشغيل يعطى قيمة متوسطة ٣٢.٥٪ من أقصى حمولة للمجموعة.

وتكون الطاقة المستهلكة لكل ماكينة يومياً =

٣٢.٥٪× الفقد الكلى ×٢٤ ساعة

= ٠.٣٢٥×(٣.٢٤+٥.٦٧) ك.و.×٢٤ ساعة

= ٦٩.٥ك.و ساعة/يوم/كابينة

وبذلك تكون التكلفة الشهرية

$$= \frac{٦٩.٥ \text{ ك.و ساعة}}{\text{يوم}} \times ٢٥ \text{ يوم تشغيل} \times \frac{٠.٢١ \text{ جنيهاً}}{\text{ك.و. ساعة}}$$

= ٣٦٤.٨٦ جنيهاً / شهر / كابينة

= ١٨٢٤.٣٢٣ جنيهاً / شهر للمجموعة

عند استخدام تحكم الكترونى لمحرك الجر (ثايريستورات) بدلاً من مجموعة المحرك / مولد، يتم تخفيض القدرة المفقودة فى المجموعة وكذلك يقل الاحتياج إلى التهوية بشكل ملحوظ وعلى ذلك فإن تكلفة الطاقة المستهلكة تنخفض لقيمة من ١٠٪ إلى ٢٥٪ عن حالة استخدام مجموعة المحرك/مولد ويتم الحصول على وفر سنوى مقداره

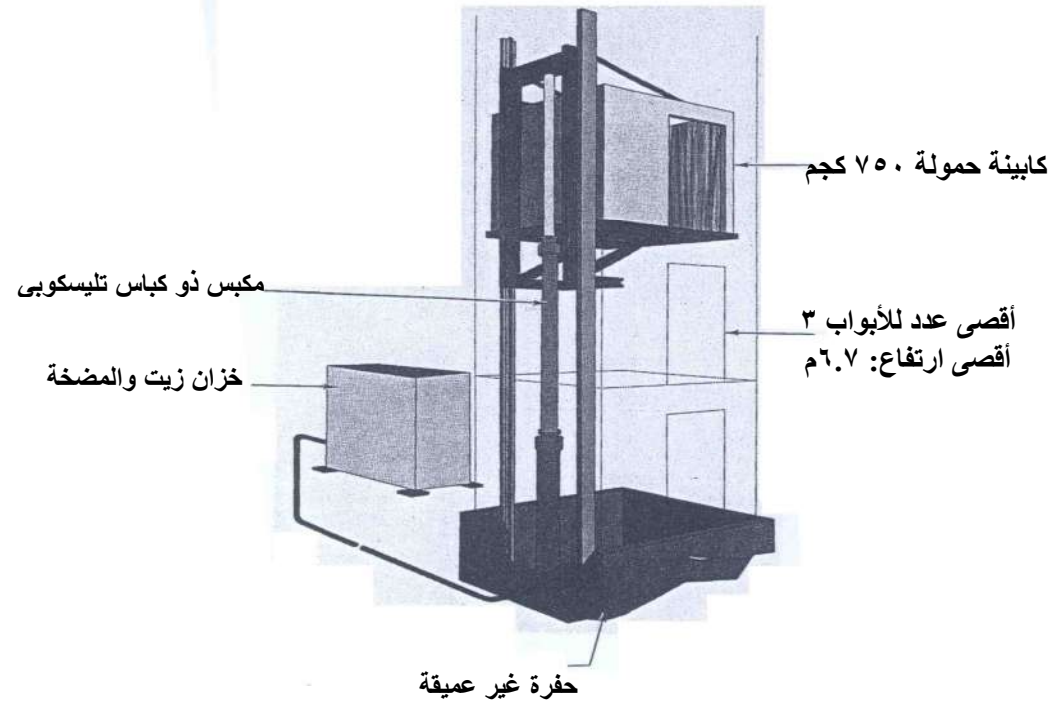
$$\frac{١٨٢٤.٣٢٣}{\text{شهر}} \times ٢٠٪ \frac{\text{١٢ شهراً}}{\text{سنة}} = ٤٣٧٨.٣٧٤ \text{ جنيهاً}$$

١-١-٤ المصاعد الهيدروليكية

- يعمل هذا المصعد بمكبس يتحرك هيدروليكياً يكون مثبتاً بأسفل الكابينة يرفعها أو يخفضها وبذلك لا يكون هناك احتياج لحبال أو طنابير أو مجموعة المحرك/مولد

كما هو الحال فى مصاعد الركاب العادية وتكون وسائل الأمان والتحكم بسيطة وغير معقدة مما يجعل هذا النوع من المصاعد مناسباً جداً واقتصادياً فى حالة تحريك الكابينة بسرعات منخفضة (حتى ١م/ث) لمسافات غير مرتفعة (حتى ٢٥ متراً) وخاصة إذا كانت حفرة الاسطوانات الهيدروليكية أسفل الكابينة لا تمثل مشكلة معمارية.

يبين شكل (١-٧) التجهيزات المطلوبة للمصعد الهيدروليكى حيث تكون هناك مضخة لدفع الزيت إلى المكبس الهيدروليكي من خزان الزيت.



شكل رقم (١-٧): مصعد هيدروليكى مزود بكابينة ركاب حمولة ٧٥٠ كجم سرعة ٠.٣٧٥ م/ث لارتفاع حوالى ٨ م

- من العيوب الرئيسية للمصعد الهيدروليكى تكلفة التشغيل المرتفعة، فبسبب غياب ثقل الموازنة يحتاج هذا المصعد إلى محرك بقدرة كبيرة لتشغيل مضخة الزيت وتكون كل الطاقة المستخدمة مفقودة حرارياً.

مثال:

يحتاج مصعد هيدروليكى يحرك وزناً مقداره ١٧٥٠ كجم بسرعة ٠.٦٢٥ م/ث فى مبنى مخازن إلى محرك لمضخة الزيت قدرة ٣٠ ك.و.، فإذا كانت الوحدة تعمل ١٠ ساعات/يوم لمدة ٦ أيام فى الأسبوع، وباعتبار أن نسبة التشغيل العادية هى ٦٠٪ (ملحوظة: المحرك يعمل فقط فى اتجاه الرفع) ، وبذلك تكون:

الطاقة المستهلكة / يوم =

$$\frac{\text{٣٠ ك.و}}{\text{كفاءة ٨٢٪}} \times \text{٦٠٪} \times \text{١٠ ساعة} \times \frac{\text{١}}{\text{٢}} = \text{١١٠ ك.و. ساعة}$$

وتكون تكلفة الطاقة المستهلكة شهرياً =

$$\frac{\text{١١٠ ك.و.ساعة}}{\text{يوم}} \times \frac{\text{٦ أيام}}{\text{أسبوع}} \times \frac{\text{٤.٣٣ أسبوع}}{\text{شهر}} \times \text{٠.٢١ جنيهاً/ك.و.ساعة}$$

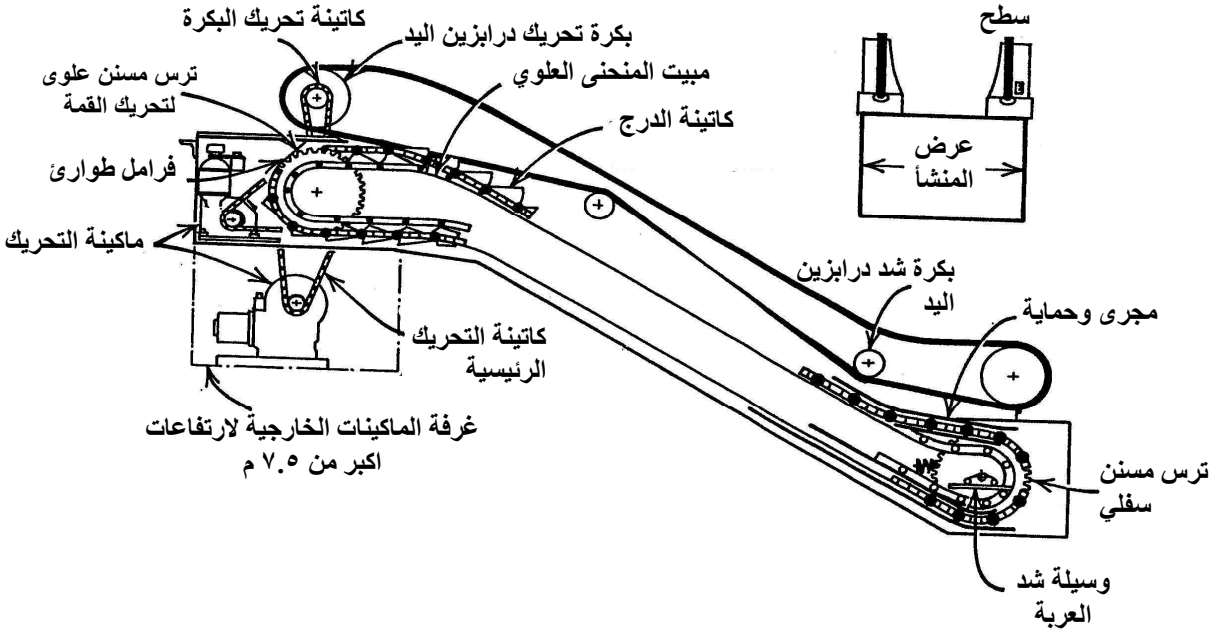
= ٦٠٠ جنيهاً / شهر

ملحوظة:

بمقارنة هذه القيمة بالتكلفة الشهرية للمصعد العادى الذي يعمل بمحرك كهربائي وكانت ٣١٦.٢٥ جنيهاً/شهر/كابينة ، يتضح ارتفاع تكلفة التشغيل فى حالة المصعد الهيدروليكى وتأثير وجود ثقل الموازنة فى المصعد العادي.

١-١-٥ السلالم المتحركة

- تقوم هذه السلالم بتوفير الراحة والأمان وسرعة نقل الأحمال الحية بصفة مستمرة عند سرعة ثابتة وبدون فترات انتظار.
- تصمم هذه السلالم عادة للعمل بسرعتين للحركة ٠.٤٥ م/ث و ٠.٦ م/ث وتكون السرعة العالية أثناء فترات الذروة والسرعة المنخفضة فى خلاف ذلك وهى المفضلة عموماً حيث تمثل السرعة العالية مشاكل لبعض الركاب.
- يتم تحريك السلم فى حالات الارتفاعات حتى ٢٠ متراً عند نقطة واحدة وذلك باستخدام محرك واحد يقوم بتدوير كاتينة التحريك الرئيسية التى تتولى تحريك كاتينة الدرج وتسحبها جميعها مما يؤدى إلى تحريك التجميعة بالكامل وكما يتضح من شكل (١-٨).



شكل رقم (١-٨): نموذج تحريك السلم الكهربائي بالتصميم التقليدي في وجود نظام التحريك في أعلى نقطة للارتفاعات ما بين ٢.٥ و ١٨ متراً.

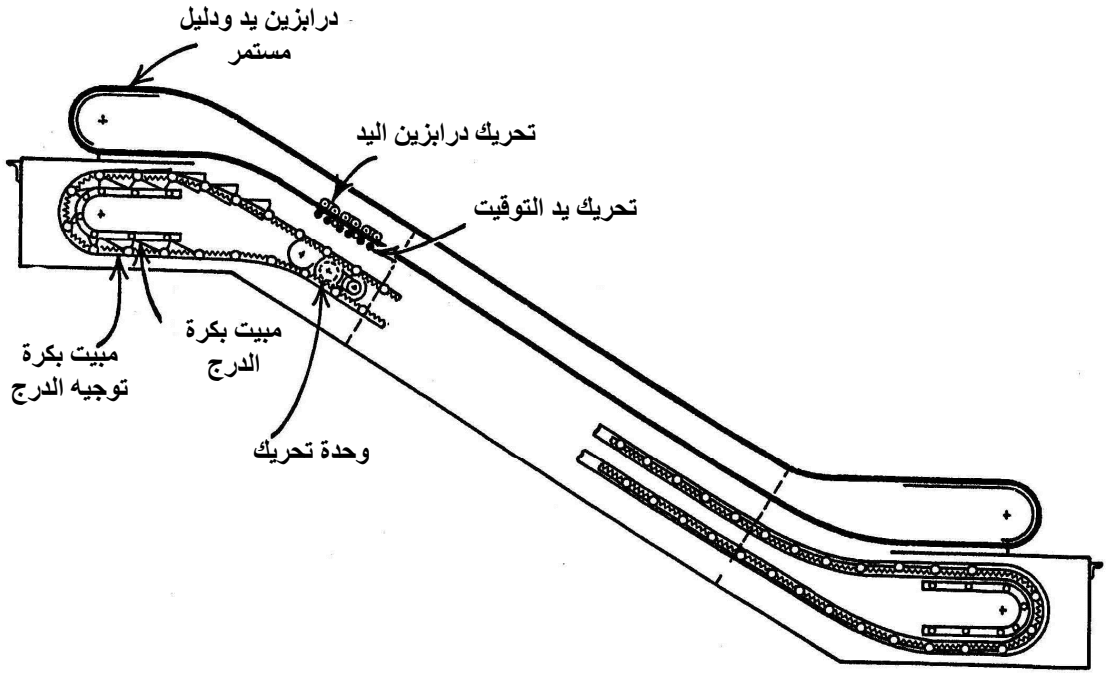
- فى حالة زيادة ارتفاع المسافة التى ينقل بينها السلم، فتكون هناك محركات منتشرة على طول الوحدة ويبين جدول (١-٢) قدرات المحركات المطلوبة للارتفاعات

المختلفة وطبقاً لعرض السلم، ويوضح شكل (١-٩) رسماً تخطيطياً للوحدات المتكررة وفيها يتم توزيع وحدات التحريك على طول السلم بالأعداد المتكررة الضرورية للارتفاع المطلوب.

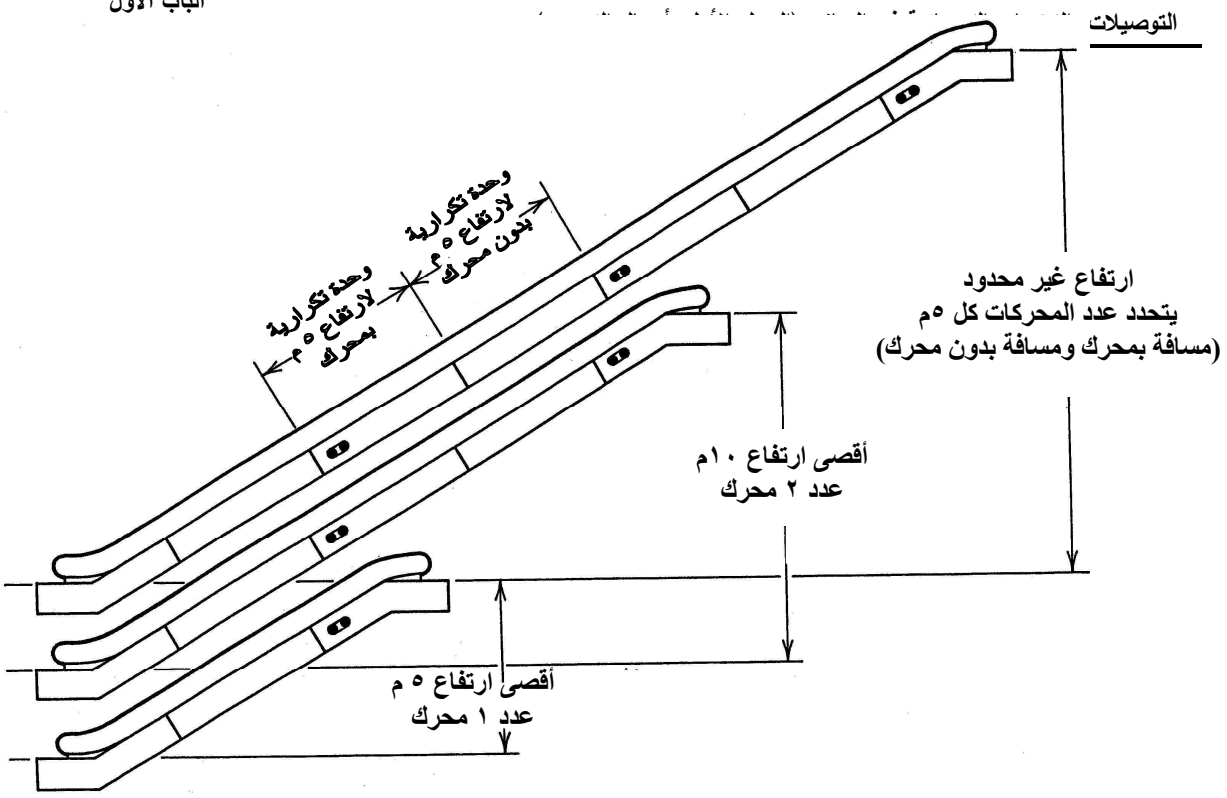
ويبين شكل (١-١٠) نظام ميكنة تشغيل السلم ذو الوحدات المتكررة، وتصنيف المحركات الموزعة على طول السلم قوة محركة على طول كاتينة التحريك.

جدول رقم (١-٢): محركات السلالم المتحركة

عرض السلم (مم)		٨١٠	١٢١٠
السرعة (م/ث)		من ٠.٤٥ إلى ٠.٦	من ٠.٤٥ إلى ٠.٦
قدرة المحرك الواحد (ك.و)		٧.٥	٧.٥
أقصى ارتفاع يخدمه السلم عند استخدام	محرك واحد	١٠	٦.٥
	٢ محرك	٢٠	١٣.٥
	٣ محركات	٣٠	٢٠



شكل رقم (١-١٠): نظام التحريك الحديث باستخدام محركات في أماكن مختلفة على امتداد سلم التحريك الكهربائي.



شكل رقم (١-٩): نظام بوحدات تكرارية يتحدد به عدد بكر التحريك بارتفاع مسافة النقل بالسلم الكهربائي عرض ٨١٠ مم

متطلبات القدرة الكهربائية للسلالم المتحركة

يتم إدارة السلالم بمحركات كهربائية حثية ثلاثية الأطوار عند ٥٠ أو ٦٠هرتز.

ويبين جدول (١-٣) قدرات المحركات المستخدمة فى تحريك السلم إلى ارتفاعات لا تزيد عن ٦.٥ متراً.

جدول رقم (١-٣): القدرة النموذجية للمحركات المستخدمة مع السلالم المتحركة

عرض السلم (مم)	السرعة (م/ث)	الارتفاع (م)	قدرة المحرك (ك.و)
٨١٠	– من ٠.٤٥ إلى ٠.٦	٤.٢٥	٣.٧٥
	– من ٠.٤٥ إلى ٠.٦	٥.٢	٥.٠٠
١٢١٠	– ٠.٤٥	٥.٢٠	٥.٠٠
	– ٠.٤٥	٦.٤٠	٧.٥
	– من ٠.٤٥ إلى ٠.٦	٧.٦٠	١١.٢

ملحوظة:

(١) من الموصى به عدم تغذية أكثر من ٤ سلالم من مغذى كهربائى واحد (Single electric feeder).

(٢) لا ينصح أيضاً بتغذية جميع السلالم لمبنى مهما كان عددها من نفس المغذى.

(٣) نظراً لأن راكبى السلالم المتحركة لن تعاق حركتهم إذا انقطعت التغذية العمومية، فلا يتطلب الأمر تغذية السلالم من المصادر الاحتياطية للقوى.

(٤) يجب تهوية غرفة المحرك ومراعاة أن حوالى ٤٠ ٪ من القدرة تفقد حرارياً، فعلى سبيل المثال إذا كان المحرك بقدرة ٧.٥ ك.و. فتكون الحرارة المفقودة منه فى المكان:

(٠.٤×٧.٥ ك.و. × ٣٤١٥.٢) ~ ١٠٢٥٠ و.ح.ب/ساعة

١-١-٦ الحصائر والمنحدرات المتحركة (Moving walks and ramps)

- يتولى هذا النوع من المصاعد النقل إما أفقياً فقط أو أفقياً ورأسياً فى شكل تجميعى (نسبة الميل لا تزيد عن ٥ درجات فى حالة الحصائر و١٥ درجة فى حالة المنحدرات المتحركة).
- يستخدم هذا النوع فى المطارات لنقل الأفراد وعربات الأمتعة رأسياً أو نقل الأفراد الذين قد لا يمكنهم استخدام السلالم المتحركة، كما يستخدم أيضاً فى نقل الأشياء كبيرة الحجم وتستخدم أيضاً فى تجمعات التسوق متعددة الطوابق حيث لا تناسب السلالم المتحركة انتقال الأفراد بعربات المشتريات بين المستويات المختلفة أو انتقالهم إلى أماكن انتظار السيارات الموجودة بسطح المبنى.
- لا يمكن هنا تحديد بيانات عن قدرات المحركات المطلوبة لتحريك هذا النوع من وسائل النقل، ويجب الرجوع إلى المصنع فى طلب معرفة القدرة المطلوبة.
- يبين شكل (١-١١) حصائر متحركة للمشاه ثنائية الممرات فى أحد المطارات بعرض ١م لكل ممشى وبطول ٥٥م وتدار كل منها بمحرك واحد وتتحرك فى اتجاهين متضادين.

- يبين شكل (١-١٢) منحدر متحرك ينقل ما بين دورين فى مجمع تجارى ويمكن أن يكون بعرض ٦٦٠ مم لراكب واحد أو بعرض ١٠٠٠مم لراكبين ويكون عادة بزوايا انحدار وسرعات مختلفة.

شكل رقم (١-١١): حصائر متحركة فى اتجاهين متضادين

شكل رقم (١-١٢): منحدرات متحركة بين دورين فى مجمع تجارى